

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-274836

(43)Date of publication of application : 08.10.1999

(51)Int.Cl. H01Q 3/26  
H04B 1/40

(21)Application number : 10-071675

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 20.03.1998

(72)Inventor : SHIYOUKI HIROKI

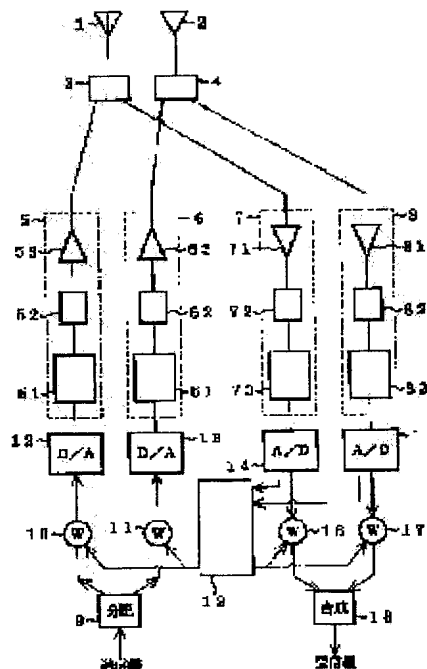
## (54) ADAPTIVE ANTENNA

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an adaptive antenna, with which the same optimum antenna pattern can be formed in transmission and reception by compensating the dispersion of passing characteristics at the respective analog parts of transmission and reception, concerning the adaptive antenna shared for transmission and reception to be used for mobile communication, especially, for TDMA/TDD.

**SOLUTION:** This antenna is provided with analog transmission parts 5 and 6 and analog reception parts 7 and 8 connected to plural antenna elements 1 and 2, weighting units 10, 11, 16 and 17 for weighting the respective antenna elements 1 and 2 and switches 3 and 4 for simultaneously transmitting signals sent from the analog transmission parts 5 and 6 to the analog reception parts 7 and 8 and at a digital signal processing part 19, the set value of weighting quantity for transmission is corrected based on the transmission signals outputted from the analog transmission parts.

Thus, the optimum weights are set while compensating the dispersion of passing characteristics at the respective analog transmission parts and the same optimum antenna pattern can be formed in transmission and reception.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-274836

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 Q 3/26

H 0 1 Q 3/26

Z

H 0 4 B 1/40

H 0 4 B 1/40

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-71675  
 (22) 出願日 平成10年(1998)3月20日

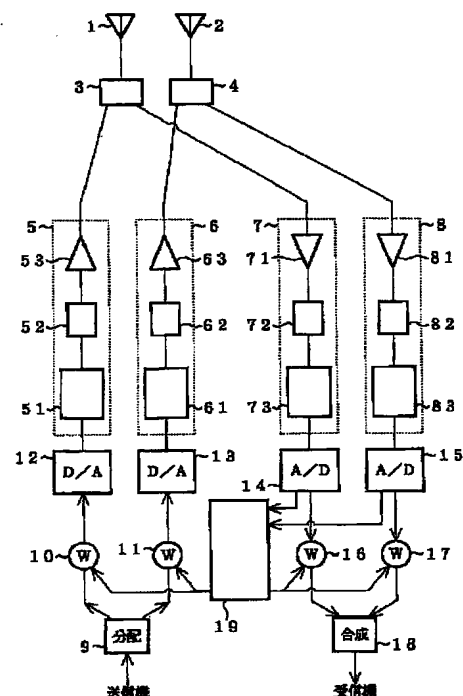
(71) 出願人 000003078  
 株式会社東芝  
 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
 (72) 発明者 庄木 裕樹  
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
 式会社東芝研究開発センター内  
 (74) 代理人 弁理士 須山 佐一

(54) 【発明の名称】 アダプティブアンテナ

(57) 【要約】

【課題】 送受共用のアダプティブアンテナでは、各アンテナ素子に接続された送信アナログ部および受信アナログ部の通過特性にばらつきがあるために、送受で同一のパターンを形成することが困難であった。

【解決手段】 複数のアンテナ素子1, 2に接続された送信アナログ部5, 6および受信アナログ部7, 8と、各アンテナ素子1, 2に重み付けを行う重み付け器10, 11, 16, 17と、送信アナログ部5, 6により送出される送信信号をアンテナ素子1, 2と同時に受信アナログ部7, 8に伝達するスイッチ3, 4とを備え、デジタル信号処理部19にては、送信アナログ部より出力される送信信号に基づき送信用の重み付け量の設定値を補正するように構成されたものである。これにより、各送信アナログ部の通過特性のばらつきを補償した最適な重みが設定され、送受において同一の最適なアンテナパターンを形成することができる。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のアンテナ素子と、

個々のアンテナ素子に対応して設けられ、対応するアンテナ素子に伝達する送信信号を処理する複数の送信アナログ部と、

個々のアンテナ素子に対応して設けられ、対応するアンテナ素子より伝達される受信信号を処理する複数の受信アナログ部と、

所望のアンテナパターンが形成されるように、前記各受信アナログ部より出力された各受信信号に基づき、これら各受信信号および前記各送信アナログ部に送られる各送信信号への重み付けを行う重み付け手段と、

前記送信アナログ部から前記アンテナ素子に伝達された送信信号に基づき、前記重み付け手段にて該送信信号に対して付与すべき重みを補正する重み補正手段とを具備することを特徴とするアダプティブアンテナ。

【請求項2】 請求項1記載のアダプティブアンテナにおいて、

前記送信アナログ部と前記受信アナログ部との組み合わせを変更する手段をさらに具備することを特徴とするアダプティブアンテナ。

【請求項3】 複数のアンテナ素子と、

個々のアンテナ素子に対応して設けられ、対応するアンテナ素子に伝達する送信信号を処理する複数の送信アナログ部と、

個々のアンテナ素子に対応して設けられ、対応するアンテナ素子より伝達された受信信号を処理する複数の受信アナログ部と、

前記送信アナログ部より出力された送信信号を前記受信アナログ部に伝達する信号伝達手段と、

所望のアンテナパターンが形成されるように、受信時に前記各受信アナログ部より出力された各受信信号に基づき、これら各受信信号および前記各送信アナログ部に送られる各送信信号への重み付けを行う重み付け手段と、送信時に前記受信アナログ部より出力された送信信号に基づき、前記重み付け手段にて該送信信号に対して付与すべき重みを補正する重み補正手段とを具備することを特徴とするアダプティブアンテナ。

【請求項4】 複数のアンテナ素子と、

個々のアンテナ素子に対応して設けられ、対応するアンテナ素子に伝達する送信信号を処理する複数の送信アナログ部と、

個々のアンテナ素子に対応して設けられ、対応するアンテナ素子より伝達された受信信号を処理する複数の受信アナログ部と、

前記送信アナログ部より出力された送信信号を複数の前記受信アナログ部に伝達する信号伝達手段と、

所望のアンテナパターンが形成されるように、受信時に前記各受信アナログ部より出力された各受信信号に基づき、これら各受信信号および前記各送信アナログ部に送

2

られる各送信信号への重み付けを行う重み付け手段と、前記複数の受信アナログ部よりそれぞれ出力された複数の送信信号に基づき、前記重み付け手段にて該送信信号に対して付与すべき重みおよび前記複数の受信アナログ部の受信信号に対して付与すべき重みをそれぞれ補正する重み補正手段とを具備することを特徴とするアダプティブアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、移動通信や構内無線などに利用されるアダプティブアンテナに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、送受共用のアダプティブアンテナに対する要求が高まってきており、例えばTDMA/TDDの通信システムにおいては、送受の周波数が一致することから、送受で同一のパターンを形成するアダプティブアンテナを利用することが有効である。

【0003】

このような送受共用のアダプティブアンテナでは、個々のアンテナ素子に対応する受信信号に基づいて、個々のアンテナ素子に対応する重みを決定し、この重みを共通のアンテナ素子に対応する受信信号および送信信号に付与することで、所望のアンテナパターンを形成する。したがって、原理的には、受信と送信で同一のパターンが形成することができる、としている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、受信と送信で同一のパターンを形成することは現実的には困難である。これは、多くの場合、アダプティブアンテナ内のアンテナ素子毎の送信アナログ部、受信アナログ部の通過特性（通過位相特性、通過振幅特性）にばらつきがあることに起因する。

【0005】

例えば、各送信アナログ部間の通過特性にばらつきが存在した場合、図6に示すように、最適化された受信用のアンテナパターンと送信用のアンテナパターンとの間にずれが生じる。また、各受信アナログ部間の通過特性にばらつきがある場合は、このばらつきを補償するように受信用の重み付け量が設定されることから、受信用のアンテナパターンを最適化できても、上記のばらつき補償量に相当する成分が送信用のパターンに反映されてしまい、やはり、最適な送信用のパターンを形成することができない。

【0006】

本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、移動通信、特にTDMA/TDDに用いる送受共用のアダプティブアンテナにおいて、送受の各アナログ部における通過特性のばらつきを補償し、送受において同一の最適なアンテナパターンを形成することのできるアダプティブアンテナを提供することを目的とする。

【0007】

【発明を解決するための手段】本発明のアダプティブア

(3)

3

ンテナは、上記目的を達成するために、請求項1に記載されるように、複数のアンテナ素子と、個々のアンテナ素子に対応して設けられ、対応するアンテナ素子に伝達する送信信号を処理する複数の送信アナログ部と、個々のアンテナ素子に対応して設けられ、対応するアンテナ素子より伝達される受信信号を処理する複数の受信アナログ部と、所望のアンテナパターンが形成されるように、前記各受信アナログ部より出力された各受信信号に基づき、これら各受信信号および前記各送信アナログ部に送られる各送信信号への重み付けを行う重み付け手段と、前記送信アナログ部から前記アンテナ素子に伝達された送信信号に基づき、前記重み付け手段にて該送信信号に対して付与すべき重みを補正する重み補正手段とを具備することを特徴とする。

【0008】本発明のアダプティブアンテナは、送信アナログ部からアンテナ素子に伝達された送信信号に基づき、前記重み付け手段にて該送信信号に対して付与すべき重みを補正する重み補正手段を設けたことで、送信アナログ部の通過特性のばらつきを補償した最適な重みを送信信号に付与することができ、送受信で同一の最適なアンテナパターンを形成することができる。

【0009】また、本発明のアダプティブアンテナは、請求項3に記載されるように、複数のアンテナ素子と、個々のアンテナ素子に対応して設けられ、対応するアンテナ素子に伝達する送信信号を処理する複数の送信アナログ部と、個々のアンテナ素子に対応して設けられ、対応するアンテナ素子より伝達された受信信号を処理する複数の受信アナログ部と、前記送信アナログ部より出力された送信信号を前記受信アナログ部に伝達する信号伝達手段と、所望のアンテナパターンが形成されるように、受信時に前記各受信アナログ部より出力された各受信信号に基づき、これら各受信信号および前記各送信アナログ部に送られる各送信信号への重み付けを行う重み付け手段と、送信時に前記受信アナログ部より出力された送信信号に基づき、前記重み付け手段にて該送信信号に対して付与すべき重みを補正する重み補正手段とを具備することを特徴とする。

【0010】本発明のアダプティブアンテナによれば、信号伝達手段によって受信アナログ部に伝達され、受信アナログ部から出力された送信信号に基づき、重み付け手段にて該送信信号に対して付与すべき重みを補正する重み補正手段を設けことによって、送信アナログ部の通過特性のばらつきを補償した最適な重みを送信信号に付与することができ、送受信で同一の最適なアンテナパターンを形成することができる。

【0011】さらに、本発明のアダプティブアンテナは、請求項4に記載されるように、複数のアンテナ素子と、個々のアンテナ素子に対応して設けられ、対応するアンテナ素子に伝達する送信信号を処理する複数の送信アナログ部と、個々のアンテナ素子に対応して設けら

4

れ、対応するアンテナ素子より伝達された受信信号を処理する複数の受信アナログ部と、前記送信アナログ部より出力された送信信号を複数の前記受信アナログ部に伝達する信号伝達手段と、所望のアンテナパターンが形成されるように、受信時に前記各受信アナログ部より出力された各受信信号に基づき、これら各受信信号および前記各送信アナログ部に送られる各送信信号への重み付けを行う重み付け手段と、前記複数の受信アナログ部よりそれぞれ出力された複数の送信信号に基づき、前記重み付け手段にて該送信信号に対して付与すべき重みおよび前記複数の受信アナログ部の受信信号に対して付与すべき重みをそれぞれ補正する重み補正手段とを具備することを特徴とする。

【0012】本発明のアダプティブアンテナは、信号伝達手段により送信アナログ部から複数の受信アナログ部に伝達され、これら複数の受信アナログ部からそれぞれ出力された複数の送信信号に基づき、重み付け手段にて該送信信号に対して付与すべき重みおよび前記複数の受信アナログ部の受信信号に対して付与すべき重みをそれぞれ補正する重み補正手段を設けことによって、送信アナログ部および受信アナログ部の双方の通過特性のばらつきを補償した最適な重み付け量を送受共に設定することができ、送受共に同一の最適なアンテナパターンを形成することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【0014】図1は本発明の実施形態に係るアダプティブアンテナの構成を示す図である。本実施形態では、簡単のため、アダプティブアンテナにおけるアンテナ素子の数を2とする。これら複数のアンテナ素子1, 2はそれぞれ、スイッチ3, 4を介して、送信アナログ部5, 6および受信アナログ部7, 8と接続されている。スイッチ3, 4は、アンテナ素子1, 2との接続を送信系と受信系との間で切り換えるためのものであり、これにより送受共用形のアダプティブアンテナが構成されている。

【0015】送信機からの送信信号は分配器9で分配され、分配された各信号は各アンテナ素子1, 2に対応する重み付け器10, 11にてそれぞれ重み付けされた後、D/A変換器12, 13によりアナログ信号に変換され、各アンテナ素子1, 2に対応する送信アナログ部5, 6にそれぞれ伝達される。そして各送信アナログ部5, 6の出力信号はスイッチ3, 4を通じてアンテナ素子1, 2にそれぞれ伝達される。

【0016】一方、アンテナ素子1, 2の受信信号はスイッチ3, 4を通じて、各アンテナ素子に対応する受信アナログ部7, 8に伝達される。各受信アナログ部7, 8の受信信号は、A/D変換器14, 15によりデジタル信号に変換された後、各アンテナ素子に対応する重み付け器16, 17にてそれぞれ重み付けされ、合成器

(4)

5

18により合成されて受信機へ送られる。

【0017】合成器18により合成された信号は、所望波方向にビームを向け、干渉波方向にヌルを形成したアンテナパターンを形成する。デジタル信号処理部19は、このような受信用の最適なアンテナパターンが形成されるように、各受信アナログ部7、8の受信信号に基づき、これら受信信号にそれぞれ付与する重み付け量を決定する。この重み付け量はそのまま送信用にも用いられ、これにより原理的に受信と送信で同一の最適なアンテナパターンを形成することができる。

【0018】送信アナログ部5、6は、周波数帯をBB（ベースバンド）もしくはIF（中間周波数）からRF（電波周波数）へ変換するための周波数変換器51、61と、所望の周波数帯域のみの電波を送信するフィルタ52、62と、信号出力を増幅するための高出力増幅器53、63とから構成されている。

【0019】また、受信アナログ部7、8は、受信信号を増幅する低雑音増幅器71、81と、所望の周波数帯域のみの信号を抽出するフィルタ72、82と、周波数帯をRF（電波周波数）からBB（ベースバンド）もしくはIF（中間周波数）へ変換するための周波数変換器73、83とから構成されている。

【0020】ただし、本発明のアダプティブアンテナにおいて、これら送受信アナログ部は、送受信信号を抽出し、周波数変換し、増幅する機能を有するものであれば、他のいかなる構成を有するものに置き換えて構わない。

【0021】次に、スイッチ3、4の構成について説明する。

【0022】スイッチ3（4）は、図2（a）に示すように、送信アナログ部5（6）から送られてきた送信信号を分配する方向性結合器（もしくは分配器）31と、各分配線の端子32、33と、アンテナ素子1（2）と接続された端子34と、受信アナログ部7（8）の入力側に接続された端子35とで構成されている。

【0023】このような構成を有するスイッチ3（4）は、受信時に、図2（b）に示すように、端子34と端子35とが接続されることによって、アンテナ素子1

（2）で受信された信号を受信アナログ部7（8）へ伝達する。また、送信時には、図2（c）に示すように、端子32と端子34、更には端子33と端子35とが接続されることで、送信アナログ部5（6）からの送信信号をアンテナ素子1（2）と受信アナログ部7（8）へ同時に伝達する。

【0024】このように本実施形態のアダプティブアンテナにおいては、送信時、送信アナログ部5（6）からアンテナ素子1（2）に向けて伝達される送信信号が、スイッチ3（4）を通じて受信アナログ部7（8）に伝達され、さらに受信アナログ部7（8）からA/D変換器14（15）を通じてデジタル信号処理部19に与

6

えられる。

【0025】デジタル信号処理部19は、受信アナログ部7（8）より出力された送信信号をモニターして、アンテナ素子毎の送信用の重み、つまり送信用の各重み付け器10（11）に与えられる重み付け量の設定値をそれぞれ補正する。すなわち、デジタル信号処理部19は、アンテナ素子毎に、送信時に受信アナログ部7（8）から与えられた送信信号と、最適な送信用のアンテナパターンとして設定された信号とを比較し、これらの信号が同一になるように、送信用の重み付け量の設定値に対して補正をかける。

【0026】これにより、複数の送信アナログ部5、6間の通過特性のばらつきを補償した最適な送信用の重み付け量を設定することができ、送受で同一の最適なアンテナパターンを形成することができる。また、このことにより、送信アナログ部5、6の通過特性に対する仕様上の制限を緩和することができ、無線機を低コストに実現することができる。

【0027】次に、本発明の第2の実施形態を説明する。

【0028】図3はこの第2の実施形態のアダプティブアンテナの構成を示す図である。

【0029】本実施形態のアダプティブアンテナは、図1に示したアダプティブアンテナの構成に、スイッチ3（4）と複数の受信アナログ部7、8との接続を切り替えることのできるスイッチ（以下、第2のスイッチと呼ぶ。）21を付加して構成されたものである。

【0030】図4にこの第2のスイッチ21の構成例を示す。図4（a）に示すように、この第2のスイッチ21は、スイッチ3、4の受信端子35と接続された複数の端子41、42と、受信アナログ部7、8と接続された端子43、44とで構成される。

【0031】この第2のスイッチ21において、受信時は、図4（b）に示すように、端子41と端子43とが接続されるとともに端子42と端子44とが接続される。これにより、アンテナ素子1の受信信号はスイッチ3から第2のスイッチ21内の端子41、端子43を経て受信アナログ部7へ伝達されるとともに、アンテナ素子2の受信信号はスイッチ4から第2のスイッチ21内の端子42、端子44を経て受信アナログ部8へ伝達される。

【0032】一方、送信時は、第2のスイッチ21内の端子間の接続関係が時間で切り換わるように制御される。すなわち、まず、図4（b）に示すように、各端子どうしを受信時と同じ関係で接続し、例えば所定時間経過後に、図4（c）に示すように、端子間の接続関係を切り換える。これにより、最初に送信アナログ部5の送信信号は端子41、端子43を通じて受信アナログ部7へ伝達されるとともに、送信アナログ部6の送信信号は端子42、端子44を通じて受信アナログ部8へ伝達さ

(5)

7

れ、所定時間経過後は逆に、送信アナログ部5の送信信号は受信アナログ部8に、送信アナログ部6の送信信号は受信アナログ部7にそれぞれ伝達される。次に、本実施形態のアダプティブアンテナの動作をアンテナ素子毎の重み付け量の制御を中心に説明する。

【0033】デジタル信号処理部20は、受信時に、各受信アナログ部7、8の受信信号に基づいて、受信用の最適なアンテナパターンが形成されるように、これらアンテナ素子毎の受信信号にそれぞれ付与する重み付け量を決定する。また、送信時は、受信用として決定された重み付け量を送信用の重み付け器10、11に設定することによって、受信用の重み付け量で送信信号への重み付けが行われ、このようにして重み付けられた各アンテナ素子に対応するそれぞれの送信信号は、送信アナログ部5、6を通じてスイッチ3、4に導入され、さらにスイッチ3、4から第2のスイッチ21を通じて各受信アナログ部7、8に順次伝達される。このとき、第2のスイッチ21は、図4に示したように、時間により端子間の接続関係を切り換えることによって、1つのアンテナ素子に対応する送信信号を順番に複数の受信アナログ部7、8に伝達する。

【0034】ここで、デジタル信号処理部20は、まず受信アナログ部7から出力された送信信号と最適な送信用のアンテナパターンとして設定された信号とを比較し、続いて、受信アナログ部8から出力された送信信号についても同様に、最適な送信用のアンテナパターンとして設定された信号との比較を行う。そしてデジタル信号処理回路20は、これら複数の比較結果を分析し、その分析結果から送信アナログ部5、6、受信アナログ部7、8の通過特性を求めて、これら送信アナログ部5、6、受信アナログ部7、8の通過特性のばらつきを補償した最適な重み付け量を決定する。

【0035】これにより、送信アナログ部5、6および受信アナログ部7、8の双方の通過特性のばらつきを補償した最適な重み付け量を送受共に設定することができる。また、このことにより、送信アナログ部5、6および受信アナログ部7、8の通過特性に対する仕様の制限を緩和することができ、無線機を更に低コストに実現することができる。

【0036】なお、以上説明した実施形態では、アンテナ素子の数を簡単のため2つとして説明したが、アンテナ素子数は2以上であればいくつでも構わない。

【0037】また、複数の受信アナログ部を複数のグループにわけ、各グループ毎に第2のスイッチをそれぞれ設け、複数の第2のスイッチから別々のアンテナ素子に対応する送信信号をグループ内の各受信アナログ部に順次切れ換えて伝達するようにしてもよい。

【0038】さらに、第2の実施形態においては、送信信号の伝達先の受信アナログ部を切り換える第2のスイ

8

ッチを有するアダプティブアンテナについて説明したが、図5に示すように、送信アンテナ部5、6とスイッチ3、4との間にそれぞれ第3のスイッチ31を設け、この第3のスイッチ31で送信信号の伝達先のスイッチ3、4を順番に切り換えることのできる構成としてもよい。

【0039】さらに、アンテナ素子数以上の受信アナログ部もしくは送信アナログ部を設け、これらアナログ部の通過特性のばらつきを補償した最適な重み付け量を前述した方法で設定しておき、運用時は、そのうちのアンテナ素子数分の受信アナログ部および送信アナログ部だけを選択して用いるようにしてもよい。この場合、選択されなかった送信アナログ部もしくは受信アナログ部が故障時等のための予備として確保できることになり、アンテナシステムの信頼性向上に寄与することができる。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のアダプティブアンテナによれば、送信アナログ部からアンテナ素子に伝達された送信信号に基づき、前記重み付け手段にて該送信信号に対して付与すべき重みを補正する重み補正手段を設けたことで、送信アナログ部の通過特性のばらつきを補償した最適な重みを送信信号に付与することができ、送受信で同一の最適なアンテナパターンを形成することができる。

【0041】また、本発明のアダプティブアンテナによれば、信号伝達手段によって受信アナログ部に伝達され、受信アナログ部から出力された送信信号に基づき、重み付け手段にて該送信信号に対して付与すべき重みを補正する重み補正手段を設けことによって、送信アナログ部の通過特性のばらつきを補償した最適な重みを送信信号に付与することができ、送受信で同一の最適なアンテナパターンを形成することができる。

【0042】さらに、本発明のアダプティブアンテナによれば、信号伝達手段により送信アナログ部から複数の受信アナログ部に伝達され、これら複数の受信アナログ部からそれぞれ出力された複数の送信信号に基づき、重み付け手段にて該送信信号に対して付与すべき重みおよび前記複数の受信アナログ部の受信信号に対して付与すべき重みをそれぞれ補正する重み補正手段を設けことによって、送信アナログ部および受信アナログ部の双方の通過特性のばらつきを補償した最適な重み付け量を送受共に設定することができ、送受共に同一の最適なアンテナパターンを形成することができる。

【0043】さらに、送信アナログ部もしくは受信アナログ部の通過特性に対する仕様の制限を緩和でき、アンテナやこれを搭載する無線機の低コスト化に寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係るアダプティブアンテナの構成を示す図

50

(6)

9

【図2】図1のアダプティブアンテナに用いられたスイッチの構成および接続の様子を示す図

【図3】本発明の他の実施形態に係るアダプティブアンテナの構成を示す図

【図4】図3のアダプティブアンテナに用いられた第2のスイッチの構成および接続の様子を示す図

【図5】本発明のさらに他のアダプティブアンテナの構成を示す図

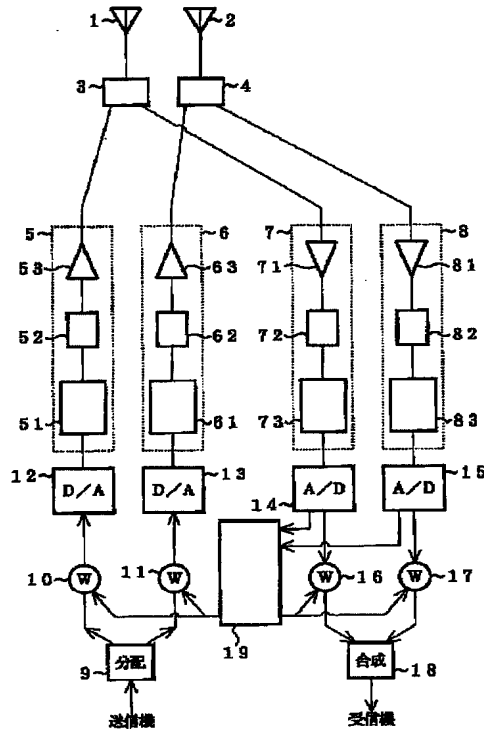
【図6】従来の送受共用アダプティブアンテナによって形成されるアンテナパターンの例を示す図

10

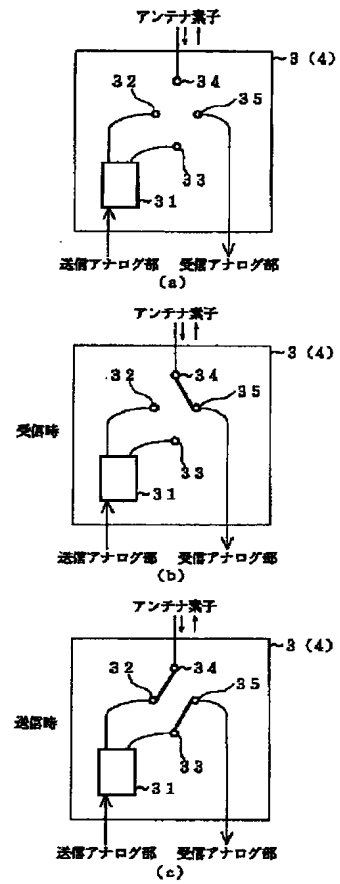
【符号の説明】

- 1, 2 ……アンテナ素子
- 3, 4 ……スイッチ
- 5, 6 ……送信アナログ部
- 7, 8 ……受信アナログ部
- 9 ……分配器
- 10, 11, 16, 17 ……重み付け器
- 18 ……合成器
- 19, 20 ……デジタル信号処理部
- 21 ……第2のスイッチ

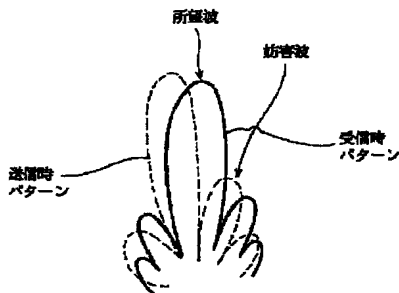
【図1】



【図2】



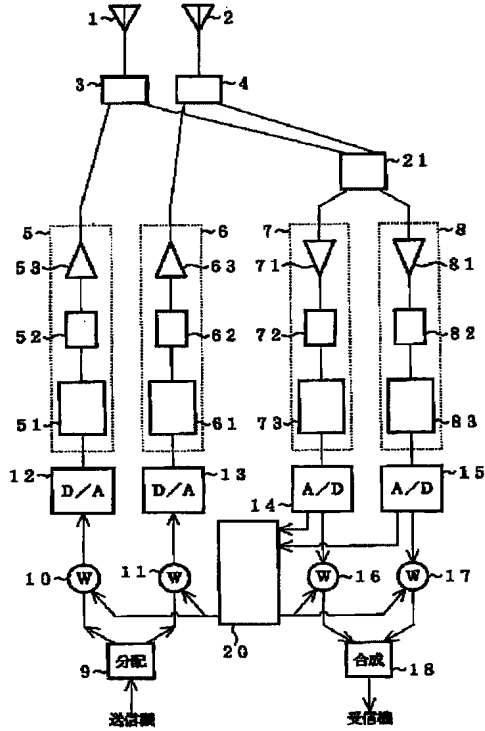
【図6】



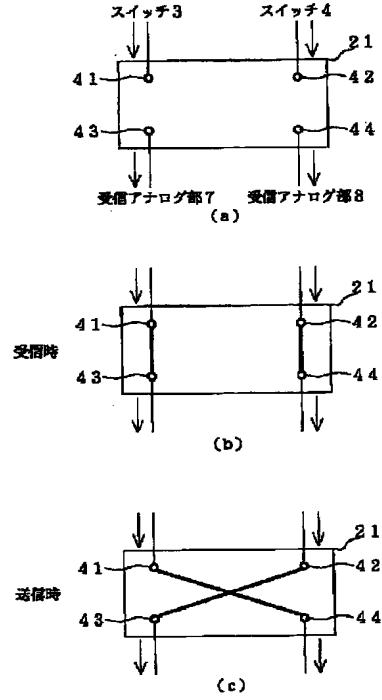


(7)

【図3】



【図4】



【図5】

